

30A-89926



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 41 10 389 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 L 1/20**

21 Aktenzeichen: P 41 10 389.0  
22 Anmeldetag: 28. 3. 91  
43 Offenlegungstag: 1. 10. 92

DE 41 10 389 A 1

71 Anmelder:

Pfister Meßtechnik GmbH, 8900 Augsburg, DE

74 Vertreter:

Kahler, K., Dipl.-Ing., 8948 Mindelheim; Käck, J.,  
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anwälte, 8910  
Landsberg

72 Erfinder:

Häfner, Hans Wilhelm, 8890 Aichach, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	36 02 073 A1
DE	35 02 275 A1
US	47 39 666
SU	15 43 262 A1
SU	15 36 224 A1
SU	12 10 072 A
SU	5 04 949

54 Kraftmeßvorrichtung

57 Zum mehrdimensionalen Erfassen einer räumlich beliebig orientierten Kraft wird eine Kraftmeßvorrichtung vorgeschlagen, die einfach und kompakt aufgebaut ist und zudem eine hohe Belastbarkeit und Meßgenauigkeit aufweisen soll. Erreicht wird dies durch ein gemeinsames plattenförmiges Kraftumlenkteil, das über eine elastomere Schicht mit wenigstens zwei winkelmäßig versetzten Meßwertgebern in Kontakt steht, wobei die elastomere Schicht als durchgehende Abstützschicht an der Unterseite und am Außenumfang des Kraftumlenkteils vorgesehen, insbesondere aufvulkanisiert ist.

DE 41 10 389 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kraftmeßvorrichtung zum mehrdimensionalen Erfassen einer Kraft gemäß den oberbegrifflichen Merkmalen des Patentanspruches 1.

Aus der EP-A-03 02 437 ist eine Kraftmeßvorrichtung an einer Anhängerkupplung bekannt, wobei zur Messung von horizontalen und/oder vertikalen Kräften beim Bremsen und Beschleunigen von Fahrzeuggespannen zylindrische Kraftmeßzellen in die Anhängerkupplung integriert sind. Das Meßsignal der Kraftmeßzellen für die Druck-, Zug- oder Stützkkräfte kann dabei einer Steuervorrichtung, z. B. einem Antiblockiersystem, zur Optimierung der Fahreigenschaften zugeleitet werden. Obwohl hierbei die Kombinationsmöglichkeit zwischen Kraftmeßzellen für vertikale und horizontale Kräfte angedeutet ist, wird eine derartige Ausführungsform nicht näher beschrieben. Offensichtlich soll eine solche Kombinationsmöglichkeit auf mehreren diskreten Kraftmeßzellen aufgebaut sein, so daß der Herstellungs- und Bauaufwand für eine solche Kraftmeßvorrichtung mit mehreren Kraftmeßzellen beträchtlich sein dürfte. Die einzelnen Kraftmeßzellen bestehen dabei aus einem Kolben, der in einen mit elastomerem Material gefüllten Ringspalt in ein topfförmiges Gehäuse eintaucht. Wenn mehrere derartige Kraftmeßzellen vorgesehen wären, wäre der Herstellungsaufwand für die einzelnen Gehäuse, die einzelnen Kolben und das Ausfüllen der dazwischen gebildeten Ringspalte mit einem erheblichen Herstellungsaufwand verbunden. Zudem ist die Belastbarkeit der zapfenförmigen Krafteinleitungskolben aufgrund der Flächenpressung auf das Elastomer bei liegender Anordnung des Ringspaltes, wie dies zum Erfassen horizontaler Kraftkomponenten erforderlich ist, begrenzt.

Demzufolge liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Kraftmeßvorrichtung zum mehrdimensionalen Erfassen einer räumlich angreifenden Kraft zu schaffen, die einfach und platzsparend hergestellt werden kann. Zudem soll diese Kraftmeßvorrichtung hoch belastbar sein und eine exakte Feststellung der Kraftrichtung, wie dies insbesondere in Windkanalwaagen erforderlich ist, gewährleisten.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Kraftmeßvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruches 1.

Durch die Verwendung eines gemeinsamen Kraftumlenkteils für mehrere Meßwertgeber wird der Herstellungsaufwand der Kraftmeßvorrichtung beträchtlich reduziert, da nur noch ein Kraftangriffsteil benötigt wird und der verbleibende Spalt in einem Herstellschritt mit elastomerem Material gefüllt werden kann. Zudem ergibt sich durch die Anordnung der unterschiedlich ausgerichteten Meßwertgeber bezüglich einem einzigen Bauteil eine exakte Ausrichtung und damit eine Erhöhung der Meßgenauigkeit. Durch die plattenförmige Ausbildung des Kraftumlenkteils wird zudem eine großflächige Abstützfläche geschaffen, so daß auch bei hohen Vertikalkräften die Flächenpressung auf die Elastomerschicht gering bleibt bzw. durch die große Abstützfläche bei einer vorgegebenen maximalen Flächenpressung die Außenabmessungen der Kraftmeßvorrichtung relativ klein gegenüber der rinnenförmigen Abstützfläche des Kolbens bei einer liegenden Anordnung der an sich bekannten Kraftmeßzelle gewählt werden kann. Andererseits ergibt sich durch diese große Abstützfläche an der Unterseite des Kraftumlenkteils eine geringere Meßwertverfälschung für die bevorzugt um etwa 90° zueinander versetzt orientiert am Außenumfang an-

geordneten weiteren Meßwertgeber in X- bzw. Y-Richtung. Die Elastomerschicht an der Unterseite des Kraftumlenkteils wirkt dabei ähnlich einer reibungsarmen Gleitführung, so daß bei einer beliebig orientierten Kraftangriffsrichtung die Meßwertverfälschung auf jede der in den räumlichen Achsen messenden Meßwertgeber gering bleibt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Kraftmeßvorrichtung werden anhand der Zeichnung nachstehend näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Kraftmeßvorrichtung in dimetrischer Schnittdarstellung entlang der Mittelebene in Z-X-Richtung; und

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform der Kraftmeßvorrichtung in Schnittdarstellung.

In Fig. 1 ist eine Kraftmeßvorrichtung 1 in dimetrischer Schnittdarstellung gezeigt, die im wesentlichen aus mehreren Meßwertgebern 2a, 2b, 2c, einem Kraftumlenkteil 3 für die hier räumlich orientierte Kraft F und einer das Kraftumlenkteil 3 umgreifenden Halterung 5 sowie einem Basisteil 6 besteht. Das Kraftumlenkteil 3 ist plattenförmig ausgebildet, insbesondere als rechteckige Platte, wobei an deren Längs- und Breitseite jeweils einer der Meßwertgeber 2a, 2b angeordnet ist. Die Kraft F wird über einen Kraftangriffspunkt 3d, der hier halbkugelförmig ausgebildet ist, eingeleitet. Das Kraftumlenkteil 3 ist nahezu allseitig, bis auf die Kraftangriffsstelle 3d, mit einer elastomeren Abstützschicht 4 umgeben. Erfindungsgemäß ist diese elastomere Schicht 4 zumindest an der Unterseite 3b und am Außenumfang 3a des Kraftumlenkteils 3 vorgesehen, wie dies punktiert an allen Umfangskanten dargestellt ist. Zusätzlich kann auch an der Oberseite 3c des Kraftumlenkteils 3 die elastomere Schicht 4 vorgesehen sein. Die elastomere Schicht 4 besteht dabei insbesondere aus Silikon oder Naturkautschuk, der blasenfrei in den allseitigen Spalt zwischen dem Kraftumlenkteil 3 und der dieses umgreifenden Halterung 5 vulkanisiert ist. Die Meßwertgeber 2a, 2b sind dabei in der Halterung 5 bevorzugt mittels eines Anschlußgewindes 9 eingeschraubt, so daß sie mit der elastomeren Schicht 4 am Außenumfang 3a des Kraftumlenkteils 3 unmittelbar in Kontakt stehen. Bei einer Krafteinleitung wird die angreifende Kraft F entsprechend der Orientierung der Meßwertgeber 2a, 2b und ggf. 2c in X-, Y- und ggf. in Z-Richtung zerlegt und über die elastomere Schicht 4 an die Meßwertgeber weitergeleitet. Bevorzugt sind die Meßwertgeber um jeweils 90° zueinander versetzt in dem Kartesischen Koordinatensystem X-Y-Z angeordnet. Es kann jedoch auch ein anderer Versetzungswinkel von z. B. 60° oder 45° gewählt werden.

Die rahmenartige Halterung 5 ist mittels einer nicht näher dargestellten Verbindung 8, beispielsweise einer Schraubverbindung, mit einem Basisteil 6 verbunden, das der Abstützung der Kraftmeßvorrichtung 1 dient und beispielsweise mittels Befestigungsbohrungen 7 auf einem Gestell oder einem Fundament befestigt ist. Innerhalb des Basisteils 6 ist hier zur Erfassung der Kräfte in Z-Richtung ein weiterer Meßwertgeber 2c vorgesehen, der in einer taschenförmigen Vertiefung in dem Basisteil 6 angeordnet ist. Der Meßwertgeber besteht beispielsweise aus einem hutförmigen Keramikkörper mit einer Meßmembran 10, die bei Beaufschlagung des Kraftumlenkteils 3 in vertikaler Richtung den über die elastomere Schicht 4 übertragenen Druck feststellt, insbesondere über an der Rückseite der Meßmembran 10

aufgebrachte Dehnmeßstreifen, die die Durchbiegung der Meßmembran 10 in druck- und damit kraftproportionale Meßwerte umsetzen. Diese Meßsignale werden dann wie bei dem beim Meßwertgeber 2b angedeuteten Anschlußkabel an eine an sich bekannte Mikrocomputer-Auswerteeinrichtung weitergegeben, wobei durch die unterschiedliche Orientierung der Meßwertgeber 2a, 2b und 2c die exakte räumliche Kraftangriffsrichtung der Kraft F rechnerisch bestimmt werden kann.

Es sei darauf hingewiesen, daß bei Bedarf auf die Kraftmessung in der dritten Dimension mittels des Meßwertgebers 2c auch verzichtet werden kann, sofern eine Meßwerterfassung nur in X und Y-Richtung durch die Meßwertgeber 2a und 2b gewünscht wird. Um sowohl eine Positiv- als auch eine Negativmessung in X-Y-Richtung durchführen zu können, ist den Meßwertgebern 2a, 2b jeweils gegenüberliegend an dem Außenumfang der Kraftumlenkplatte 3 ein entsprechender Meßwertgeber angeordnet, wie dies mit dem Bezugszeichen 2a' angedeutet ist. Dieser Meßwertgeber 2a' steht dabei ebenso wie die anderen Meßwertgeber in Druckübertragungskontakt mit der elastomeren Schicht 4 am Außenumfang 3a des Kraftumlenkteils 3. Die nahezu allseitige Einhüllung des Kraftumlenkteils 3 durch die elastomere Schicht 4 ist durch punktierte Darstellung auch an den verdeckten Kanten eingezeichnet. Das Kraftumlenkteil 3 ist somit gegenüber der umgreifenden Halterung 5 allseitig in elastomeres Material mit einer Schichtdicke von etwa 2 mm eingebettet, so daß das Kraftumlenkteil 3 in allen räumlichen Richtungen in Art einer Gleitführung minimal beweglich ist. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß durch die elastomere Einbettung des Kraftumlenkteils 3 die Kraftmeßvorrichtung 1 nahezu woglos arbeitet und aufgrund der großen Abstützflächen beträchtliche Kräfte in beliebiger Richtung aufnehmen kann. Wenn ein besonders exaktes Ansprechen in einer Meßrichtung gewünscht wird, kann durch gezielte Verringerung der Abmessung des Kraftumlenkteils 3 die Biegefestigkeit in dieser Richtung verringert werden. Beispielsweise kann durch Reduzierung der Dicke des plattenförmigen Kraftumlenkteils 3 das Ansprechen in Z-Richtung des Meßwertgebers 2c erhöht werden. Sofern die vertikale Komponente in Z-Richtung besonders relevant ist, kann jedoch auch die nachfolgend beschriebene Ausführungsform gemäß Fig. 2 gewählt werden, da hierdurch für diese Kraftkomponente eine gesonderte Kraftmeßzelle vorgesehen ist.

In Fig. 2 ist eine weitere Ausführungsform der Kraftmeßvorrichtung 1 dargestellt, wobei in das Kraftumlenkteil 3 eine in Vertikalrichtung messende, gesonderte Kraftmeßzelle 12 eingesetzt ist. Hierzu ist das Kraftumlenkteil 3 im Zentrum als topfartige Erhöhung 11 nach oben gezogen, so daß darin ein Kolben 12a eingesetzt werden kann. Der Kolben 12a ist hierbei über einen engen Ringspalt 12b, der ebenfalls mit elastomerem Material gefüllt ist, mit dem Kraftumlenkteil 3 verbunden. Der Ringspalt 12b ist gegenüber der Abstützschicht 4 mit etwa 2 mm lediglich etwa 0,5 mm breit, so daß eine besonders exakte Führung in Z-Richtung und damit eine besonders hohe Meßgenauigkeit erreicht wird. An der Unterseite des Kolbens 12a ist in Übertragungskontakt mit dem elastomeren Material (punktiert dargestellt) der in Vertikalrichtung messende Meßwertgeber 2c wiederum mit einer keramischen Membran 10 eingesetzt. Die beiden anderen jeweils um 90° in einem rechtwinkligen Koordinatensystem angeordneten Meßwertgeber 2a (verdeckt) und 2b sind am Außenumfang 3a

des Kraftumlenkteils 3 in der Halterung 5 gelagert. Hierbei ist das Kraftumlenkteil 3 im unteren Bereich als flachzylindrische Scheibe ausgebildet, so daß diese gegenüber der rechteckigen Ausführungsform in Fig. 1 leichter durch eine Drehbearbeitung hergestellt werden kann. Der Meßwertgeber 2a ist hier von einer gegenüberliegenden Vorspanneinrichtung (13) in Form eines einstellbaren Tellerfederpaketes 13a beaufschlagt, so daß die Meßmembran 10 des Meßwertgebers 2b in etwa bis zur Hälfte der maximal übertragbaren Kraft vorgespannt ist. Hierdurch können mit dem einzigen Meßwertgeber 2b sowohl in X-Richtung wirkende Zug- als auch Druckkräfte erfaßt werden.

Die vorgeschlagene Kraftmeßvorrichtung eignet sich für alle Einsatzgebiete, bei denen eine exakte Kraftrichtungsbestimmung und eine Erfassung der jeweiligen Kraftkomponenten gefordert ist, beispielsweise bei Wägezellen mit unterschiedlicher Kraftangriffsrichtung. Durch den Umgriff der Halterung 5 und die bevorzugte elastische Schicht auch an der Oberseite 3c des Kraftumlenkteils 3 wird ein Abheben oder Herausreißen des Kraftumlenkteils 3 sicher unterbunden, so daß die Kraftmeßvorrichtung 1 abweichend von der in der Zeichnung dargestellten Lage auch schräg, vertikal oder "überkopf" an einem Gestell oder dergleichen angeordnet werden kann. Dabei ist die erwartete Hauptangriffsrichtung der Kraft F jeweils auf die größte Abstützfläche (in der gezeichneten Stellung ist dies die Unterseite 3b) ausgerichtet.

Obwohl die Unterseite 3b hier vollständig plan dargestellt ist, kann sie auch leicht gewölbt ausgeführt werden, wobei diese Wölbung im Bereich der Meßwertgeber 2a, 2b, 2c bevorzugt einer taschenartigen Vertiefung gegenüberliegt, so daß bei einer Krafteinwirkung und damit minimalen Verschiebung oder Verkantung des Kraftumlenkteils 3 im elastomeren Material dieses unmittelbar die Meßmembran 10 beaufschlagt.

#### Patentansprüche

1. Kraftmeßvorrichtung zum mehrdimensionalen Erfassen einer räumlich angreifenden Kraft (F) mit mehreren, verschieden ausgerichteten Meßwertgebern, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Meßwertgeber (2a; 2b; 2c) mit einem gemeinsamen plattenförmigen Kraftumlenkteil (3) über eine elastomere Schicht (4) in Kontakt stehen, die an der Unterseite (3b) und am Außenumfang (3a) als durchgehende Abstützschicht für das Kraftumlenkteil (3) vorgesehen ist.
2. Kraftmeßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elastomere Schicht (4) auch an der Oberseite (3c) des Kraftumlenkteils (3) zumindest bereichsweise vorgesehen ist.
3. Kraftmeßvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die elastomere Schicht (4) fest haftend an den Kontaktflächen des Kraftumlenkteils (3) ausgebildet ist.
4. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Meßwertgeber (2a, 2b; 2b, 2c; 2a, 2c) in einer Ebene angeordnet sind.
5. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftumlenkteil (3) als rechteckige Platte ausgebildet ist, an deren Außenumfang (3a) jeweils an der Längs- und Breitseite ein Meßwertgeber (2a, 2b) angeordnet ist.

6. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftumlenkteil (3) als flachzylindrische Scheibe ausgebildet ist, an deren Außenumfang (3a) wenigstens zwei Meßwertgeber (2a, 2b) in unterschiedlicher radialer Orientierung angeordnet sind. 5
7. Kraftmeßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in das Kraftumlenkteil (3) eine in vertikaler Richtung messende Kraftmeßzelle (12) eingesetzt ist. 10
8. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß an der Unterseite (3b) des Kraftumlenkteils (3) ein mit der elastomeren Abstützschicht (4) in Übertragungskontakt stehender Meßwertgeber (2c) als vertikal messende Kraftmeßzelle vorgesehen ist. 15
9. Kraftmeßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Plattenebene des Kraftumlenkteils (3) gegenüber der Horizontalen geneigt ist. 20
10. Kraftmeßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der X- oder Y-Richtung je zwei Meßwertgeber (2a-2a'; 2b-2b') sich gegenüberliegend angeordnet sind. 25
11. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß in der X- oder Y-Richtung lediglich ein Meßwertgeber (2a, 2b) vorgesehen ist, der durch eine Vorspanneinrichtung (13) vorgespannt ist. 30
12. Kraftmeßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elastomere Abstützschicht (4) blasenfrei ist.
13. Kraftmeßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elastomere Abstützschicht (4) aufvulkanisiert ist. 35
14. Kraftmeßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftumlenkteil (3) insbesondere im Bereich über der vertikal messenden Kraftmeßzelle (2c) in Vertikalrichtung (Z) eine verringerte Biegefestigkeit aufweist. 40
15. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterseite (3b) des Kraftumlenkteils (3) konkav gewölbt ausgebildet ist. 45
16. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die elastomere Abstützschicht (4) im Bereich der Meßwertgeber (2a, 2b, 2c) zur Meßmembran (10) hin taschenförmig ausgebildet ist. 50
17. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertgeber (2a, 2b, 2c) in einem Kartesischen Koordinatensystem in den Achsen (X, Y, Z) um jeweils 90° versetzt zueinander angeordnet sind. 55
18. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertgeber (2a, 2b) an einer gemeinsamen rahmenartigen Halterung (5) angeordnet sind. 60
19. Kraftmeßvorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Halterung (5) das Kraftumlenkteil (3) am Außenumfang (3a) und der Oberseite (3c) umgreift. 65

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**Nummer:**  
**Int. Cl.<sup>5</sup>:**  
**Offenlegungstag:**

**DE 41 10 389 A1**  
**G 01 L 1/20**  
**1. Oktober 1992**

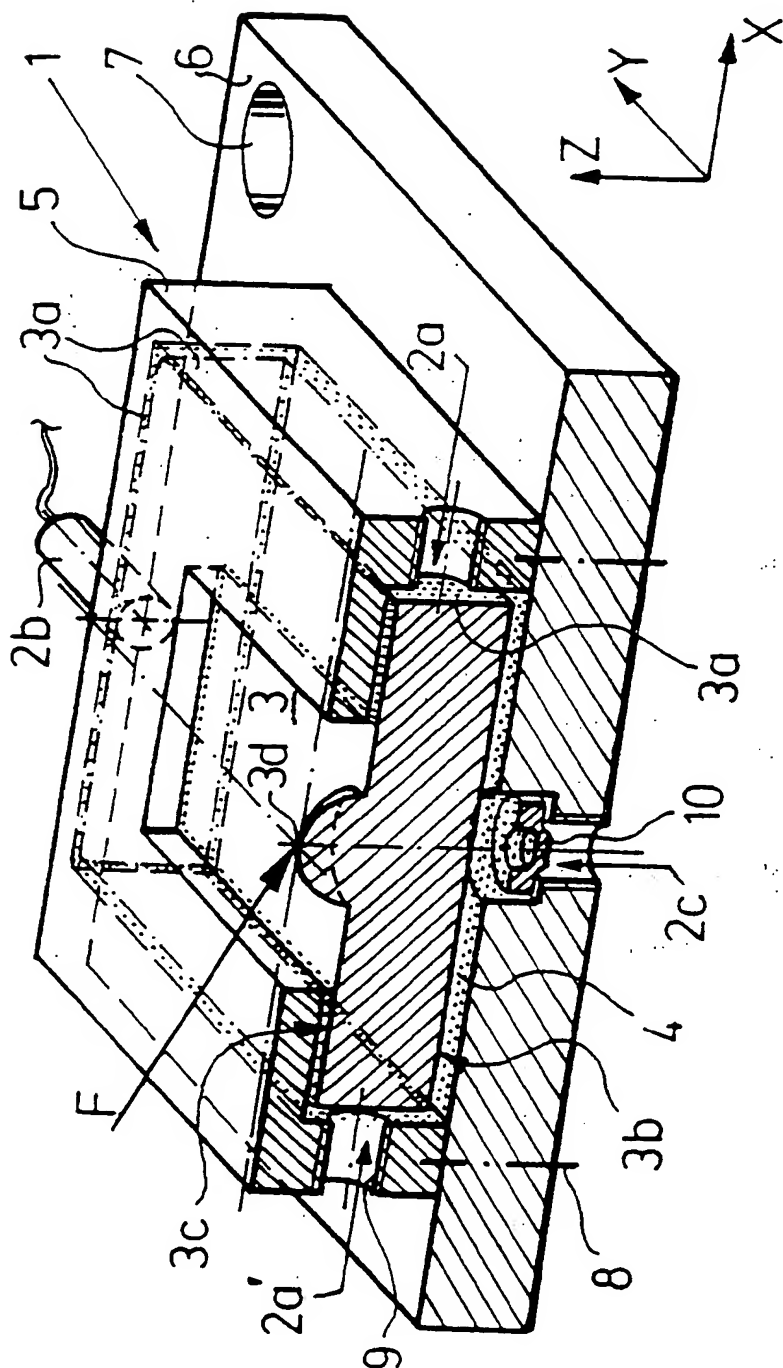


FIG. 1

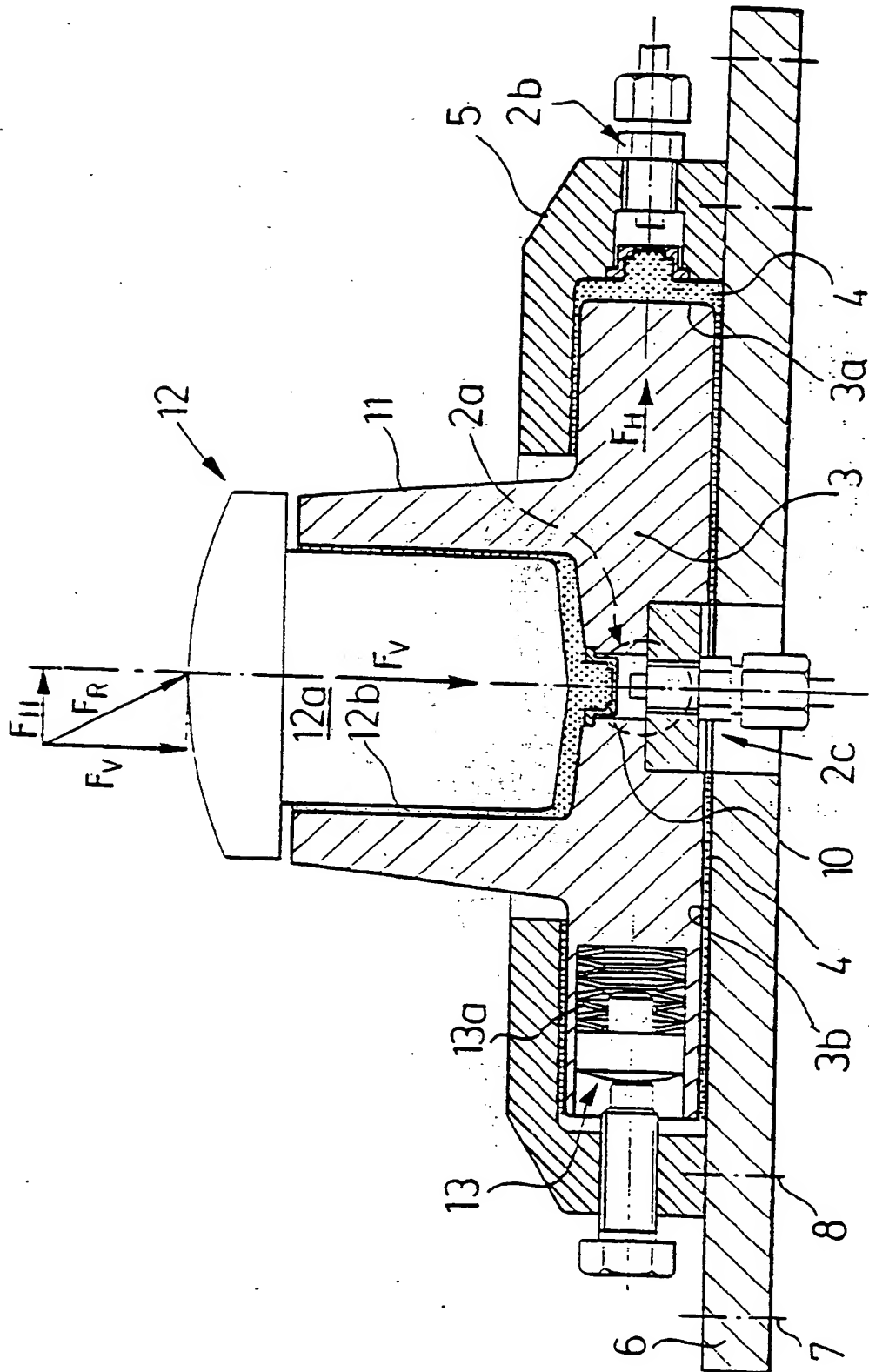


FIG. 2